



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
**ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL**

## ***TRABAJO DE DIPLOMA***

**EVALUACION DE 9 LINEAS DE ARROZ (*Oryza sativa L.*)  
EN COMPARACION CON 3 TESTIGOS COMERCIALES EN  
EL AGROECOSISTEMA DE SECANO EN CHINANDEGA**

### ***AUTORES***

Br. MARTHA ELENA BLANDON HERRERA  
Br. MARIA DEL CARMEN DIAZ FLORES

### ***ASESORES***

Ing. LEDA MARIA CORDOBA PAVON  
Dr. LAZARO NARVAEZ

MANAGUA, NICARAGUA  
NOVIEMBRE, 1997

## **DEDICATORIA**

A mi divino Maestro que me dotó de sabiduría para lograr finalizar éste trabajo de Diploma.

A mis queridos Padres Fernando Blandón y Petronila Herrera, que con mucho esfuerzo me indujeron por el camino de la superación.

A mi esposo Carlos Escobar Serrano. Por el apoyo y comprensión brindada durante mi período de estudio.

En especial a mi hijo Sergio Carlos Escobar Blandón quien ha sido mi mayor fuerza para la realización de éste trabajo.

**Martha Elena Blandón Herrera**

### **Dedico esta tesis:**

A mi Amado Padre Celestial, que sin haber abierto mi corazón, para que mores en él, me brindaste toda la sabiduría del mundo para llegar a culminar éste estudio.

A mis padres Adolfo Díaz y Ayda Flores, que con todo amor y sacrificio me ayudaron e inculcaron el camino de la superación.

A mi esposo José Alfredo Vargas, por su comprensión y apoyo durante el período de estudio.

A mis hijos José Alfredo y Francisco Xavier, que son mi eterna inspiración en cada esfuerzo.

A mis hermanos : Eddic Teodoro, Elda María y Juan Ramón, por el apoyo que me brindaron para cumplir con éste objetivo.

**María del Carmen Díaz Flores**

## **AGRADECIMIENTO**

Al Dr. Lázaro Narvaez Responsable del Programa Nacional de Arroz y al Ing. Armando Lee, Técnico de la misión Agrícola de la República de China-Taiwan, por el apoyo incondicional que nos brindaron durante la realización de esta tesis.

A nuestra Asesora Ing. Leda María Córdoba Pavón por todo el esfuerzo y abnegación brindada durante la realización de este trabajo.

Al Ing. Camilo Somarriba por su apoyo y cooperación brindada en todo momento.

A la Industria Nacional Agrícola INA, en especial al Ing. Juan Carlos Cuadra por su ayuda, la cual fue muy valiosa para concluir nuestro trabajo.

**Martha Elena Blandón Herrera  
María del Carmen Díaz Flores**

## RESUMEN

Con el propósito de evaluar las características agronómicas, rendimiento y rendimiento industrial de 9 líneas de arroz (*Oryza sativa*, L.), en comparación con tres testigos comerciales en el agroecosistema de secano, se estableció de Julio a Noviembre de 1996 un ensayo utilizando un diseño unifactorial en bloques completos al azar en la Estación Experimental ALPINA, localizada en el municipio de Chinandega, departamento de Chinandega, cuyos suelos presentan textura franco arcillosa con un pH de 6.2. Para la evaluación se utilizó el Sistema de Evaluación Standard del CIAT de Colombia. Todos los materiales evaluados presentaron una aceptabilidad fenotípica entre Buena y Regular, las líneas 1, 3, 4, 5 y 10 superaron en rendimiento agronómico a los tres testigos comerciales y las líneas 1, 2 y 5 presentaron los mayores rendimientos industriales superando también a los testigos. Por los resultados obtenidos se seleccionaron 4 líneas (1, 4, 5 y 10) que representa un 44.4 % de selección del material evaluado y se recomienda utilizar las variedades Oryzica Llano 4 y Quirigua como testigos.

# INDICE GENERAL

SECCIÓN	PÁGINA
INDICE DE TABLAS.....	i
RESUMEN.....	ii
I INTRODUCCIÓN.....	1
II MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
2.1 Ubicación del área experimental.....	4
2.2 Metodología experimental.....	5
2.3 Origen del germoplasma.....	5
2.4 Tamaño de la parcela experimental.....	6
2.5 Descripción del Sistema de Evaluación.....	6
2.6 Manejo Agronómico.....	11
III RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	13
3.1 Características Agronómicas.....	13
3.1.1 Floración (Fl).....	13
3.1.2 Vigor (Vg).....	14
3.1.3 Altura planta (Ht).....	14
3.1.4 Acame (Lg).....	15
3.1.5 Senescencia (Sen).....	16
3.1.6 Excursión de Panícula (Exc).....	16
3.1.7 Desgrane (Thr).....	17
3.1.8 Aceptabilidad Fenotípica (Pacp).....	18
3.2 Componentes del Rendimiento.....	20
3.2.1 Número de Panículas por metro lineal...	20
3.2.2 Longitud de Panícula.....	21
3.2.3 Número de granos por panícula.....	21
3.2.4 fertilidad de la panícula.....	22
3.2.5 Peso de 1000 granos (g).....	22
3.2.6 Rendimiento (Kg/ha).....	23
3.2.7 Rendimiento Industrial.....	25
IV CONCLUSIONES.....	27
V RECOMENDACIONES.....	29
VI REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	30

## INDICE DE TABLAS

TABLA	Página
1. Resultados del análisis químico del suelo del área del ensayo (meq/100ml).....	4
2. Datos de temperatura, precipitación y humedad relativa de la estación experimental Alpina 1996.....	4
3. Genealogía del material evaluado.....	6
4. Características agronómicas de líneas y variedades evaluadas en la estación experimental Alpina, Chinandega (1996).....	19
5. Componentes de rendimiento de las líneas y variedades evaluadas en la estación experimental Alpina, Chinandega Postrera de 1996.....	24
6. Resultados del análisis industrial de líneas y variedades de arroz, evaluadas en la Estación Experimental Alpina Chinandega Postrera 1996. ....	26

## INTRODUCCION

El cultivo del Arroz (*Oryza sativa* L.) en las zonas pobres del mundo aporta el 80 por ciento de las proteínas y el 70 por ciento de las calorías de la dieta diaria. La tercera parte de las calorías que consumen los habitantes de América Latina provienen del arroz, que lo convierte en uno de los cultivos más importantes (González, 1982).

En América Central la importancia del arroz varía considerablemente de un país a otro, en su parte más septentrional: Guatemala, El Salvador y Honduras, éste cereal ocupa el tercer lugar entre los cultivos alimenticios después del maíz y el frijol, mientras que en los países del sur Costa Rica y Panamá es el más importante para consumo directo de la población (Martínez *et al* 1988). En Nicaragua el cultivo del arroz ocupa el segundo lugar después del maíz, a pesar de las características particulares de cada una de estas naciones, el sector arrocero Centroamericano presenta en la mayoría de los países rasgos comunes como: condiciones climáticas tropicales, suelos con baja fertilidad, limitaciones en la producción por sequías, malezas y enfermedades fungosas, además predominio de arroz de secano (80 por ciento), exceptuando a Nicaragua (Martínez *et al*, 1988).

Actualmente Nicaragua es el único país en Centro América en el cual el 65 por ciento de la producción de arroz lo aporta el ecosistema de riego y el 35 por ciento restante los diferentes sistemas de producción de arroz de secano (Somarriba, 1996).

En Nicaragua uno de los problemas más sentidos es el bajo nivel de productividad , entre 1990 y 1992 el rendimiento promedio anual anduvo por 1.82 ton/ha. Los principales problemas en la producción de arroz son el deterioro genético de las variedades, prácticas culturales deficientes, incluyendo preparación inadecuada de suelos (El Arrocero, 1996).

Modalidades de cultivo de arroz como son riego y seco, requieren de una carta tecnológica diferenciada y por lo tanto variedades con características fenotípicas y agronómicas específicas para las zonas de producción, Narváez(1996)

El uso de variedades de bajo rendimiento y no evaluadas para condiciones de seco, más el deficiente manejo agronómico y fitosanitario reducen sustancialmente la productividad en las diferentes zonas arroceras del país. Por lo que se considera de importancia la evaluación de viveros, líneas promisorias y/o variedades que nos lleven a obtener variedades liberadas, debidamente probadas por el Programa Nacional de Arroz, (Narvaez, 1996).

El trabajo cooperativo para el mejoramiento genético de germoplasma de arroz que se lleva a cabo en el mundo es importante para incrementar los rendimientos del cultivo, pero su verdadero éxito depende principalmente de la eficiencia con la cual los científicos avalúen y utilicen los diversos materiales genéticamente superiores, (CIAT, 1983).

Jennings, *et al*,( 1981), plantean que los ensayos preliminares y avanzados de rendimiento tienen dos objetivos comunes de gran importancia: selección rápida de las numerosas líneas para eliminar obviamente las indeseables, y evaluación crítica de las líneas altamente promisorias para identificar nuevas variedades potenciales.

El interés de los países por incrementar la producción de arroz para satisfacer las proyecciones de demanda hace evidente la necesidad de desarrollar variedades que presenten características necesarias para alcanzar altos niveles de producción. Esto se puede lograr implementando Programas de hibridación en cada país, para generar variedades adaptadas a condiciones específicas o bien a través de Introducción de Germoplasma Mejorado de otros países o de Centros Internacionales. Constituyendo esta última alternativa la forma más viable de generar nuevos materiales por lo Programas Nacionales de Investigación de los países en vías de desarrollo como el nuestro. Posteriormente estos materiales se convertirán en nuevas variedades comerciales (Soto 1992).

**El presente estudio se enmarca dentro de la evaluación de 9 líneas introducidas, parte del material introducido del CIAT (Colombia) y Centro América y tres testigos tradicionales utilizados: Oryzica Llano - 4, Altamira 9 y Quirigua.**

**Los objetivos que se persiguen con el presente trabajo es:**

**Evaluar las características agronómicas, variables de rendimiento y rendimiento industrial, de las 9 líneas introducidas de arroz, y de 3 testigos comerciales, en el ecosistema de secano.**

**Realizar análisis de calidad industrial de las 9 líneas de arroz introducidas y de los 3 testigos comerciales en el ecosistema de secano.**

## II MATERIALES Y METODOS

### 2.1. Ubicación área del ensayo:

El ensayo se realizará en la estación experimental ALPINA, ubicada en el municipio de Chinandega, departamento de Chinandega, la cual se encuentra a 60 msnm, con una latitud oeste de 86° y sur oeste de 96°, presenta suelos con textura franco arcilloso, con un pH de 6.26, temperatura promedio anual de 28°C y precipitaciones entre 1600 y 1800mm/añual.

En la tabla 1 se reflejan los resultados del análisis químico de los suelos del área del ensayo.

**Tabla 1: Resultados análisis químico del suelo del área del ensayo (meq/100ml)**

pH	Mat.O rg. %	N(%)	P(%)	K(%)	Ca(%)	Mg(%) )
6.26	4.02	0.20	49.21	0.92	9.40	2.96

•Laboratorio de Suelo de la UNA.

**Tabla 2: Datos de Temperatura, precipitación y humedad relativa de la estación experimental Alpina, 1996.**

Meses	Temperatura(°C)	Precipitación mm/mes	Humedad relativa(%)
Enero	26.0	11.5	64
Febrero	26.8	00.0	62
Marzo	27.2	3.8	62
Abril	28.6	00.0	66
Mayo	27.3	339.9	79
Junio	27.2	221.9	82
Julio	27.2	542.4	81
Agosto	26.5	250.7	82
Septiembre	26.2	411.4	85
Octubre	25.8	527.2	86
Noviembre	25.5	392.4	82
Diciembre	26.4	00.0	68

Fuente: INETER 1997.

## **2.2 Metodología experimental**

El experimento consistió en un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Se les realizó Análisis de Varianza (NADEVA) y prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 95 % de probabilidad, altura de planta y las variables de rendimiento.

El procesamiento de datos se realizó por medio del paquete estadístico SAS y el informe final se transcribió por el Programa Word siguiendo la normativa de elaboración de Trabajos de diploma de la Universidad Nacional Agraria.

## **2.3. Origen del Germoplasma:**

Todo el material incluido en éste ensayo (9 líneas) pertenecen al material seleccionado por el Programa Nacional de Arroz, del Centro Nacional de Investigación (CNIA), del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), el cual seleccionó 23 líneas de arroz para secano en América Central, en el minitaller de evaluación de Germoplasma de Arroz para América Central, realizado en Cuyuta, Guatemala el 1 de abril de 1993. El material proviene del CIAT ( Colombia), Guatemala y Costa Rica. (Tabla 3).

Inicialmente se realizó una evaluación preliminar en el Vivero Nacional de Arroz en Posoltega, Chinandega en 1994, de las cuales se seleccionaron 18 líneas, que posteriormente fueron evaluadas en la localidad de Cinco Cruces, Chinandega, en la época de postrera de 1995, donde se seleccionaron las 9 líneas que se utilizaran en éste ensayo. Ver Genealogía en anexo1.

**Tabla 3: GENEALOGÍA DEL MATERIAL EVALUADO.**

No. entrada	Genealogía	Origen
1	Mv-568-9.918-25-1-4-2-3	ICTA / DGEN
2	MPI 1736	ICTA / DGEN
3	CRO 750	Costa Rica
4	IG 2282	Linea promisoría
5	CT-9038-5-5c-5C-3C-Mc	ICTA / CIAT
6	CT-8837-7-5c-4c-1c-Mc	ICTA / CIAT
7	CT-8837-20-11c-12-1c-2c-Mc	ICTA / CIAT
8	Oryzica Llano 4	Testigo
9	CT-9038-5-5c-5c-4c-Mc	ICTA / CIAT
10	CT-7713-10-6i-5i-2i-MI	ICTA / DGEN
11	Altamira - 9	Testigo
12	Quirigua	Testigo

#### **2.4. Tamaño de la parcela experimental:**

El área total del ensayo será de 540 m<sup>2</sup>, con 4 Bloques de 9 m<sup>2</sup>, con 6 surcos de 5 m de longitud y una separación de 0.30 m entre surcos y bloques separados por 1 m.

#### **2.5. Descripción del Sistema de Evaluación**

El Sistema de evaluación utilizado será el SISTEMA DE EVALUACION STANDAR PARA ARROZ (CIATm, 1983), que plantea que para la selección de progenitores y para variedades comerciales se consideran aceptables características que en todos los niveles de condiciones adversas tengan valor de 3 ó menos, las características con calificación de 7 a 9 se consideran indeseables para cualquier propósito.

Cuando se informa sobre la manifestación de una característica específica en una variedad de arroz, se debe registrar el estado vegetativo de la planta al momento de hacer la observación:

<b>Etapa de crecimiento</b>	<b>Estado</b>
Germinación o emergencia	0
Plántula	1
Ahijamiento	2
Crecimiento del tallo	3
Embuchamiento	4
Emergencia de Panícula	5
Floración	6
Estado lechoso del grano	7
Estado pastoso del grano	8
Madurez del grano	9

### **Floración ( FL)**

Se registrará el número de días hasta la floración contándose desde el momento de la germinación hasta que el 50% de la población esté con espigas.  
Tiempo de evaluación: Estado 6.

### **Vigor ( Vg)**

El vigor vegetativo del material está influenciado por varios factores como la habilidad de macollamiento, la altura de planta. La escala se puede usar para evaluación de material genético y de variedades, tanto en condiciones ambientales favorables como adversas.

Tiempo de Evaluación: Estado 2. Aplicación de la escala:

- 1- Material muy vigoroso.
- 3- Vigoroso.
- 5- Plantas intermedias o normales.
- 7- Plantas menos vigorosas que lo normal
- 9- Plantas muy débiles y pequeñas.

### **Altura de la planta (Ht)**

Se determinará en el estado de crecimiento 1-9, midiendo la longitud de la planta (en centímetros) desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta (excluyendo las aristas). Aplicación de la escala:

1- Menos de 100 cm. Planta semienana.

5- 111-130 cm. Planta intermedia.

9- Más de 130 cm. Planta alta.

### **Acame, volcamiento (Lg)**

Nos aseguraremos que el acame no esté influenciado por las plantas de parcelas adyacentes. Se medirá en la fase de crecimiento 8-9 para la cual se utiliza la siguiente escala:

1- Tallos fuertes sin volcamiento.

3- Tallos moderadamente fuertes, la mayoría de las plantas (más del 50%) presentan tendencia al volcamiento.

5- Tallos moderadamente débiles, la mayoría de las plantas moderadamente volcadas.

7- Tallos débiles la mayoría de las plantas casi caídas.

9- Tallos muy débiles. Todas las plantas en el suelo.

### **Senescencia (Sen)**

Comúnmente se piensa que la rápida Senescencia de las hojas puede ir en detrimento del rendimiento, si los granos no están completamente llenos. Se evalúa en el estado de crecimiento 9, empleando la siguiente escala:

1-Tardía y lenta, las hojas tienen un color verde natural.

5-Intermedia, amarillamiento de las hojas superiores.

9-Temprana y rápida, todas las hojas amarillas o muertas.

## **Excerción de la panícula (Exs)**

La inhabilidad de la panícula para emerger completamente de la hoja bandera se considera comúnmente como un defecto genético. Los factores ambientales pueden contribuir a éste defecto. Tiempo de evaluación etapa 7-9 y la escala utilizada es la siguiente:

1- Todas las panícula con buena Excerción, donde el nudo ciliar se encuentre 8 ó más cm por encima del cuello de la hoja bandera.

3- panícula con Excerción moderada, donde el nudo ciliar se encuentre entre 4 y 7 cm por encima del cuello de la hoja bandera.

5- panícula con Excerción casi definida, donde el nudo ciliar se encuentre entre 1 y 3 cm por encima del cuello de la hoja bandera.

7- panícula con Excerción. parcial, donde el 50% de las panícula presentan entre 3 y 4 cm por debajo del cuello de la hoja bandera.

9- panícula con Excerción deficiente, donde el 50% o más de las panícula presentan 4 ó más cm por debajo del cuello de la hoja bandera.

## **Aceptabilidad fenotípica (Pacp)**

La evaluación del material se hace subjetivamente de acuerdo con los objetivos del mejoramiento para cada localidad específica, por lo tanto la calificación debe reflejar las condiciones del material con respecto a características que tienen valor para la localidad. Esta característica se evalúa en el estado de crecimiento 9.

Escala utilizada:

1- Excelente.

3- Buena.

5- Regular.

7- Pobre o mala.

9- Inaceptable.

## **Desgrane (Thr)**

Se determina empujando firmemente la panícula por la parte media y estimando la proporción de granos desprendidos. La evaluación se realiza en el estado de crecimiento 9. Escala utilizada:

- 1- Muy resistente menos de - 1%.
- 3- Resistente del 1 - 5%.
- 5- Intermedio del 6 - 25%.
- 7- Susceptible del 26 - 50%.
- 9- Muy susceptible más de 50%.

## **Número de panículas**

Se cuenta el número de tallos con panícula especificando si es por planta, por sitio o por área. Tiempo de evaluación: Estado de crecimiento 9.

## **Longitud de panícula (PnL)**

Para determinar la longitud de la panícula se registran las medidas tomadas en centímetros, desde la base o el nudo ciliar hasta el ápice de la panícula. Tiempo de evaluación: Estado de crecimiento 9.

## **Número de granos por panícula.**

De cada tratamiento se tomaran 10 panícula al azar y se contará el total de granos en la panícula para luego obtener los promedios. Tiempo de evaluación: Estado de crecimiento 9.

### **Fertilidad de la panícula (St)**

Se evalúa observando directamente la panícula o empuñándola para estimar la proporción de espiguillas estériles que quedan adheridas a ellas. Tiempo de evaluación : Estado de crecimiento 9.

- 1- Más del 90%      Altamente fértiles.
- 3- Del 75 al 89%      Fértiles
- 5- Del 50 al 74%      Parcialmente fértiles
- 7- Del 51 al 90%      Estériles.
- 9- Del 91 al 100%      Altamente estériles..

### **Peso de 1000 granos ( Gw)**

Se contarán 1000 granos por tratamiento y se procederá a pesarlos, los granos deberán tener un grado de humedad de 14 % expresándose los datos obtenidos en gramos. Tiempo de evaluación: Estado de crecimiento 9.

### **Rendimiento de grano (k/ha)**

El área cosechada será de 6 m<sup>2</sup> por parcela, el rendimiento se da en k/ha. de arroz en granza o paddy al 14% de humedad. Se cuantifica en el estado de crecimiento 9.

### **Rendimiento industrial:**

De cada línea se pesarán 500 g de arroz en cáscara o paddy seco con un grado de humedad de 14%, para obtener a través del proceso de molinería los porcentajes de arroz integral, arroz pulido, porcentaje de grano entero y granos quebrados.

## 2.6 Manejo Agrónomico:

La preparación del suelo será un pase de arado, grada y la raya de siembra. Se utilizará 103.5 k/ ha. de semilla con un porcentaje de germinación de 80 a 90 %, la siembra será directa, manual y a chorrillo.

La fertilización consistirá en la aplicación de una fórmula completa (12-30-10) a razón de 129.39 k/ha al momento de la siembra. Posteriormente la fertilización Nitrogenada se aplicará de forma fraccionada utilizando Urea 46% a razón de 181.82 k / Ha. se aplicará 97.04 k /ha a a los 25 días después de la emergencia (dde), 64.7 k / ha a los 40 dde y 97.04 k / ha, a la diferenciación del primordio.

Para malezas se aplicó Prowl (Pendimetalin) a razón de 1.5 l/ha a los 2 días después de la siembra (dds) para el control de gramíneas y hoja ancha en preemergencia . En postemergencia a los 10 dds se aplicó Ally (Metsulfuran metil) en dosis de 7 g/h para el control de hoja ancha, verdolaga (*Portulaca oleraceae* L) y bleado (*Amaranthus esponosus* L).

En el manejo de plagas se utilizó Lorsban (Clorpirifos), a razón de 0.75 l/h, a los 16 dde, para el control de *Spodoptera* sp, para la protección de la espiga, especialmente para el control de chupadores se utilizó Thinet (Phorate), en dosis de 0.75 l/h a los 29 dde. También se utilizó el raticida Ramortal (Bormadiolona) en dos aplicaciones a los 48 dde y a los 67 dde en dosis de 2 k/ha cada una.

Para el control de enfermedades (*Piricularia* y *Hemitosporium*) se realizó una aplicación de Benomil (350 g/ha) y Mancozeb (1.5 k/h a los 85 dde)

La cosecha se realizará de forma manual atendiendo los ciclos de madurez de los distintos materiales evaluados.

### **III RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **3.1 Características agronómicas**

Incrementar el potencial de rendimiento de arroz, mediante el desarrollo de plantas con características deseables, es el objetivo principal de todos los programas de mejoramiento (De Datta, 1986).

Es el caso de las áreas del ecosistema de secano favorecido el tipo de vegetal enano es poco útil o bien para la producción de secano, en donde la humedad del suelo es la principal limitante del rendimiento (Jennig et al. 1981)

Jenning et al. (1979), plantea que una estrategia para mejorar el rendimiento, consiste en seleccionar material semienano con resistencia estable a piricularia y tolerantes a la sequía.

##### **3.1.1 Floración (FI)**

La salida de la panícula de la vaina de la hoja bandera marca el comienzo de la etapa de floración (CIAT 1980)

En la tabla se presentan los datos de floración, la estuvo comprendida entre 76-87 días en el material en estudio y 80-93 en el material testigo. Las líneas 10 y 4 son las que presentaron el menor número de días a floración, con 76 y 78 días, las otras líneas y los testigos anduvieron por encima de los 80 días a floración. Chandler (1984) menciona que materiales genéticos que florecen antes de los 80 días generalmente tienen menor potencial de rendimiento en comparación con los de ciclo intermedio.

Al observar los datos de la tabla 4 se muestra que todo el material evaluado incluyendo los testigos son de ciclo intermedio variando entre 121-126 días a la cosecha.

### **3.1.2 Vigor (Vg)**

El vigor inicial es tan importante para la siembra directa como para trasplante, por cuanto disminuye la competencia de malezas, compensa la pérdida de plantas y bajas densidades de plantas y contribuye a que el cultivo tenga su área foliar crítica a la floración (Jennings et al. 1981)

En la tabla 4 se observa que el vigor de 8 líneas y los 3 testigos evaluados obtuvieron escala de 3 (material vigoroso), solo la línea 6 obtuvo escala 5 (plantas intermedias o normales).

### **3.1.3 Altura de planta (Ht).**

La escogencia de una determinada altura al momento de hacer selección varietal adquiere importancia desde el punto de vista agronómico, por la relación existente entre la altura de planta y la resistencia de esta al acame. La cosecha mecánica es otro factor de importancia al considerar la altura en el proceso de selección (CIAT, 1980).

Jennings, et al (1981), plantea que la altura de las plantas es un carácter comúnmente ligado al acame.

Al realizar el análisis estadístico se encontró diferencia significativa entre el material evaluado, siendo la línea 6 con 109.9 cm y el testigo Quirigua con 108.7 los que presentaron las mayores alturas, las menores alturas la presentaron la línea 9 y el testigo Altamira 9 con 92.1 cm y 99.5 respectivamente (Tabla 4). En la Evaluación Standard del CIAT, la escala de clasificación para altura, se define a plantas con altura menor de 100 cm como semienanas y las de 111-130 cm como de altura intermedias . en estos resultados las líneas 1,3,5,9 y 10 se catalogan como semienanas y las líneas 2,4,6 y 7 de altura intermedia.

Con los resultados obtenidos se coincide con Poehlman (1973) quien plantea que la selección de materiales semienanos e intermedios, está relacionado con una mayor habilidad de las plantas para resistir al volcamiento, permitiendo un mayor rendimiento.

Las variedades semienanas y las intermedias son las mas difundidas a nivel mundial. De Detta (1986), plantea que estas variedades revolucionaron el cultivo del arroz en las regiones tropicales. Lo anterior es de gran importancia ya que para la producción se prefiere que la altura de las plantas esté entre semienanas e intermedias con el fin de disminuir el riesgo de acame o volcamiento lo cual está estrechamente ligado a la altura de la planta coincidiendo con Jennings et al (1981), además de la importancia que tiene la altura de la planta para la cosecha mecanizada por lo que es un factor a considerar en el proceso de selección por parte de los mejoradores.

#### **3.1.4 Acame o volcamiento (Lg)**

La resistencia al volcamiento está relacionada principalmente con la poca altura, depende también de otros caracteres incluyendo diámetro de tallo, espesor de las paredes y el grado hasta el cual las vainas de las hojas se adhieren a los entrenudos (Jennings et al 1981).

En la tabla 4, se muestra que las líneas 1,3,4,5 y 7, presentaron resistencia al acame con tallos fuertes sin volcamiento (escala 1) igualando a los testigos, las líneas 6 y 9 se comportaron en el rango de tallos moderadamente fuertes (escala 3) donde la mayoría de las plantas (más del 59%) presentaron tendencia al volcamiento. Las líneas 2 y 10 presentaron escala de 9 y 5 respectivamente, las cuales no pueden ser seleccionadas por presentar tallos de moderadamente débiles a tallos muy débiles, lo que conlleva a mayor susceptibilidad al acame no llena normalmente o hay pérdidas durante la recolección de la cosechadora ya que no recoge el grano caído.

Se coincide con Poehlman, (1973) quien plantea que el acame determina mayores costos de recolección y una reducción en la calidad molinera como resultado de la fragilidad del grano. La resistencia al acame está asociada con la naturaleza y extensión del sistema

### **3.1.5 SENESCENCIA (Sen)**

Algunos fitomejoradores opinan que la senescencia lenta de las dos hojas superiores es deseable porque teóricamente activa la fotosíntesis y la formación del grano hasta que éste madure, Jennings *et al*, (1981).

CIAT (1983), plantea que la rápida senescencia de las hojas puede ir en detrimento del rendimiento si los granos de arroz no están completamente llenos.

En la tabla 2 observamos que las líneas 2, 3 y 5 presentaron senescencia tardía y lenta ( escala 1), al igual que los testigos Oryzica Llano 4 y Altamira - 9. Las 6 líneas restantes presentaron senescencia intermedia la cual corresponde a la escala 5, igualando al testigo Quirigua.

Los resultados de los materiales evaluados se consideran apropiados por que poseen una buena capacidad fotosintética, que asegura la producción de fotosintatos lo cual redundará en el transporte de nutrientes, coincidiendo con lo planteado por Balladares (1997).

### **3.1.6. EXCERSIÓN DE PANÍCULA (Exc)**

Las panículas deben emerger completamente de la hoja de bandera, para que la parte del entrenudo debajo de la base de la panícula quede expuesto. Las ramas de la panícula más bajas frecuentemente permanecen cerradas porque el entrenudo superior es corto, tales espiguillas son estériles o se llenan parcialmente (Jennings *et al*, 1981)

La inhabilidad de las panículas para emerger de la hoja bandera se considera comúnmente como un defecto genético (CIAT, 1983).

En el trabajo realizado encontramos diferentes tipos de excersión, desde escala 1 (panículas con buenas excersión), hasta escala 5 (excersión casi definida), Tabla 2.

Las líneas evaluadas que superaron a los testigos alcanzando escala 1 fueron las líneas 1,6,7.

Las líneas 4, 9, y 10 se comportaron igual a los testigos Altamira 9 y Oryzica Llano 4, obteniendo escala 3. Las líneas restantes 2, 3 y 5, fueron superadas por las otras líneas y los dos testigos Altamira 9 y Oryzica Llano 4 pero igualaron al testigo Quirigua, alcanzando escala 5 (panículas con excersión casi definida).

Evaluar ésta variable es de gran importancia para la producción ya que permite una eficiente recolección mecanizada, además una buena excersión evita la acumulación de humedad entre el cuello de la hoja bandera y el anillo ciliar de la espiga, lo cual puede permitir condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades, principalmente Piricularia la que reduce el rendimiento, además se evita que queden espiguillas estériles, coincidiendo con lo planteado por Jennings *et al* (1979).

### 3.1.7. DESGRANE (Thr)

El desgrane o caída del grano, depende del grado de adherencia de las espiguillas a su pedicelo, éste factor es de gran importancia económica y uno de los principales objetivos del mejoramiento genético. El grado de desgrane permisible en un área depende en gran parte del medio ambiente y del sistema prevaleciente de cosecha y desgrane, Jennings, *et al* (1979).

En la tabla 2, se refleja la escala correspondiente a cada una de las líneas evaluadas, en donde puede observarse que cuatro líneas, la 2, 3, 5 y 7, al igual que los testigos Altamira 9 y Quirigua se catalogan como material resistente (escala 3), las líneas 1,4, 9 y 10 reflejan característica de material intermedio (escala 5) y solamente la línea 6 y el testigo Oryzica Llano 4 presentaron escala 1 (material muy resistente).

El desgrane causa pérdidas considerables, las variedades susceptibles al desgrane, permiten que el grano caiga en el campo, por el contrario variedades muy resistentes al desgrane no permiten la separación del grano de la panícula ya que están bien adheridos a ella, dificultando su recolección (cosecha). Jennings, *et al* (1979) plantea que son preferibles las variedades con un grado de desgrane intermedio, por lo que según nuestros resultados las líneas 1, 4, 9 y 10 son las que reflejan esta característica.

### **3.1.8. ACEPTABILIDAD FENOTÍPICA ( Pacp)**

La evaluación del material según el Sistema de Evaluación Standard de Arroz (CIAT 1983), se hizo de acuerdo con los objetivos del mejoramiento para la localidad específicamente y la calificación refleja las condiciones del material respecto a las características que tienen valor para la selección.

La mayoría del material presentó una aceptabilidad fenotípica buena alcanzando escala de 3 ( Buena Aceptabilidad fenotípica ) al igual que dos de los materiales testigos Oryzica Llano 4 y Altamira 9, cuatro líneas como son la 1, 2 , 3 y 5 y el testigo Quirigua presentaron escala 5 (Aceptabilidad fenotípica regular).

**Tabla 4: Características Agronómicas de líneas y Variedades evaluadas en la Estación Experimental Alpina, Chinandega, ( 1996).**

Líneas	Fl	Cicl	Vg	Ht	Lg	Sen	Exc	Thr	Pacp
1	85	121	3	99.6 bcde	1	5	1	5	5
2	84	121	3	102.2 abcd	9	1	5	3	5
3	83	121	3	97.5 cd	1	1	5	3	5
4	78	121	3	105.9 ab	1	5	3	5	3
5	87	121	3	93.9 de	1	1	5	3	5
6	83	121	5	109.9 a	3	5	1	1	3
7	84	121	3	105.1 abc	1	5	1	3	3
Oryzica LI-4*	80	121	3	102.9 abcd	1	1	3	1	3
9	87	121	3	92.1 e	3	5	3	5	3
10	76	123	3	96.4 cde	5	5	3	5	3
Altamira-9*	93	126	3	99.5 bcde	1	1	3	3	3
Quirigua*	87	126	3	108.7 a	1	5	5	3	5
ANDEVA	*								
CV%	23.16								

**Leyenda:**

\* Testigo.

Fl: Floración,

Ciclo: Días a cosecha.

Vg: Vigor

Ht: Altura de plantas (cm),

Lg: Acame.

Sen: Senescencia

Exc: Excursión de Panícula.

Thr: Desgrane.

Pacp: Aceptabilidad fenotípica.

### **3.2 Componentes del rendimiento.**

El rendimiento es el resultado del número de tallos con panícula, el porcentaje de fertilidad, del porcentaje de granos por panícula y del peso de los granos, Angladette (1969). Los rendimientos de arroz se ven afectados por muchos factores ambientales y biológicos con el resultado que es difícil de separar sus efectos. De Datta (1986)

Las interacciones en mayor grado entre los diferentes componentes de rendimiento y el grado de compensación entre ellos, influye en el rendimiento de grano, Tercero (1990).

El rendimiento es el factor principalmente por el cual los investigadores y productores se mantienen en busca de mejores variedades, cambiando o reuniendo en un individuo las buenas características manifestadas por separadas en otros, buscando nuevas técnicas de producción para así poder superarlo o mantenerlo (Vianna, 1975).

#### **3.2.1 Número de panículas por metro lineal.**

La intensidad y la fecha de inicio del ahijamiento depende de muchos factores relacionados con las características genéticas de la variedad cultivada, con las condiciones climáticas y edáficas del lugar del cultivo y las técnicas agrarias empleadas (Tinarelli 1989).

Para esta variable no se presentaron diferencias significativas en el análisis de varianza, pero en la separación de medias sí existe diferencia significativa, observándose en la Tabla 5 que la línea 9 presentó el mayor número de panícula que fue de 166 por metro lineal, la cual superó al resto de líneas y a los materiales testigos Altamira 9 y Quirigua, seguida de la testigo Oryzica Llanos-4 con 160 panícula por metro lineal. El resto del material evaluado (Líneas) presentaron intervalos de 141-158 panícula por metro lineal y el material que presentó el menor número de panícula fue el testigo Quirigua con 124 panícula por metro lineal..

### **3.2.2. Longitud de panícula (PnL)**

La longitud de las panículas, medidas, desde el nudo ciliar hasta la extremidad superior es muy variable según variedades y las condiciones del medio, varía entre 10 a 40 cm, en general la longitud de las panículas está en función inversa al número de panículas por planta, (Angladette 1969).

El análisis estadístico y la separación de medias, muestra que hubo diferencia significativa entre el material evaluado. En la tabla 3, podemos observar que el material que obtuvo la mayor longitud fue el testigo Oryzica Llano-4 con 26.15 cm y no fue superada por ningún de los materiales evaluados. En general podemos decir que las longitudes de panícula de todo el material evaluado se consideran apropiados ya que varían entre 20 y 30 cm que es el largo aceptado para materiales que pueden ser posteriormente liberados como variedades comerciales.

### **3.2.3. Número de granos por panícula.**

Angladette (1969), afirma que el número de espiguillas por panícula constituye un carácter varietal y agrupa a las variedades en aquellas que tiene entre 50 y 60 y entre 200-300 granos por panícula, la cantidad menor corresponde frecuentemente a las panículas más largas y menos densas.

Al realizar el ANDEVA y la prueba de rangos múltiples encontramos diferencia significativa para el número de granos por panícula, donde los mayores valores se obtuvieron en las líneas 7 y 2 con 159.20 y 150.35 respectivamente seguidas de los testigos Quirigua y Oryzica Llano -4 con 144.30 y 144.13 respectivamente. Las líneas que obtuvieron menor número de granos por panícula tienen un rango entre 122.48 y 142.68 los cuales superan al testigo Altamira -9 que fue la que obtuvo menor número de granos por panícula con 119.83 granos.(Tabla 3).

El número de granos por panícula, frecuentemente puede ser afectado por factores ambientales como la temperatura, exceso o deficiencia de humedad, ya que esta variable está estrechamente ligada a la fertilidad o esterilidad de la panícula, lo cual es de mucha

Importancia para determinar los rendimientos, coincidiendo con Poehlman (1973) quién señala que las condiciones pueden ser causa de que se forme un mayor o menor número de espiguillas o granos, si durante la fase reproductiva la radiación solar es alta, la temperatura es relativamente baja y las plantas son sanas y vigorosas, se favorece la actividad fotosintética y se produce un incremento de los carbohidratos que se distribuyen en la panícula en desarrollo.

#### 3.2.4 Fertilidad de la panícula

La fertilidad de las espiguillas es un prerequisite para obtener altos rendimientos, con un buen manejo del cultivo y un crecimiento apropiado, se obtienen altos rendimientos para una esterilidad normal de las espiguillas de 10-15 % un porcentaje mas alto de esterilidad es preocupante. La esterilidad es común en materiales mejorados de arroz y tiene tres causas principales: temperaturas extremas, volcamiento o incompatibilidad genética (Jennigs et al 1931).

Es su mayoría el material evaluado presentó buen porcentaje de fertilidad, como puede observarse en la tabla 5, el mayor porcentaje lo presenta la línea 2 con 90.16 % obteniendo escala 1 (altamente fértiles), superando a todo el material evaluado. Las líneas 1,4,5 y los 3 testigos presentaron escala 3 (fértiles), las líneas restantes presentaron una escala de 5 (parcialmente fértiles).

De acuerdo con Jennings et al (1981), quién plantea que la esterilidad normal es de 10 a 15 % por lo que solo las líneas 2,1 y el testigo Oryzica Llanos-4, están dentro de éste rango.

#### 3.2.5 Peso de 1000 granos (g)

Mengel (1982) citado por Zeledón 1993, considera que en contraste con otros cereales, el rendimiento de grano de arroz puede verse aumentado en un grado muy limitado a través de incremento del tamaño de grano y consecuentemente el peso de grano. Lo anterior es

debido a que el tamaño del grano está fisiológicamente restringido por el tamaño de las glumas (Yossida, 1972), citado por Tercero (1990).

Al realizar el ANDEVA se encontró que no hubo diferencia significativa, pero al realizar la prueba de rangos múltiples se obtuvo diferencia significativa entre los materiales evaluados. Los resultados de peso de 1000 granos oscila entre 21.50 y 26.00 g. Los materiales que obtuvieron mayor peso fueron el testigo Quirigua con 25.75 g, que superó a todo el material evaluado, seguido de la línea 7 y el testigo Oryzica Llano-4 con 25.50 y 25.0 g respectivamente, el material de menor peso fue el testigo Altamira-9, con 21.50 g el cual fue superado por todas las líneas evaluadas (Tabla 5.)

Los datos obtenidos en la mayoría de los materiales evaluados, se consideran adecuados, ya que el peso del grano es una características varietal, coincidieron con lo expresado por (Mengel 1982) citado por Zeledón, 1993). El peso de las variedades comerciales sembradas en Nicaragua, fluctúan aproximadamente entre los 20 y 27 g por mil granos (CNIA, 1996).

### **3.2.6 Rendimiento kg/ha).**

Allard (1967), menciona que independientemente de las ventajas en ciertas características específicas, una nueva variedad no debe ser marcadamente inferior en rendimiento o adaptación a la variedad que se ha de sustituir.

Para esta variable el ANDEVA muestra que no hubo diferencia significativa, pero en la separación de medias si se obtuvo diferencia significativa. En la tabla 5 se puede observar que el rendimiento obtenido osciló entre 4.873.33 y 2.537 kg/ha. Las líneas que obtuvieron mayores rendimientos fueron la 4,5 y 3 con 4.873.33, 4.787.33 y 4.730 kg/ha, las cuales superaron a las demás líneas y a los 3 testigos, el material que obtuvo menor rendimiento fue la línea 2 y la testigo Altamira-9, con 3,870 y 2.537 kg/ha respectivamente.

**Tabla 5. Componentes de Rendimiento de las Líneas y Variedades de Arroz evaluadas en la Estación Experimental Alpina, Chinandega. Postrera de 1996.**

Tratam	No.Pa (1)	Long / pan (2)	Granos / Panícula	Fertilidad		Peso 1000 granos (g)	Rend.. (4)
				%	Esc (3)		
1	141 ab	22.40 cd	140.15 abcde	85.31	3	23.75 abcd	4486.33 a
2	148 ab	23.30 bcd	150.35 ab	90.16	1	24.00 abcd	3870.00 a
3	152 ab	21.90 d	94.68 f	64.39	5	23.68 abcd	4730.00 a
4	141 ab	24.93 ab	136.72 bcde	75.83	3	26.00 a	4873.33 a
5	150 ab	24.60 ab	126.03 cde	78.08	3	23.00 abcd	4787.33 a
6	158 ab	23.35 bcd	142.68 abcd	62.28	5	22.00 cd	4285.67 a
7	157 ab	23.33 bcd	159.20 a	67.38	5	25.50 ab	4013.33 a
Oryz LL- 4 *	160 1b	26.25 a	144.13 abc	86.04	3	25.00 abcd	4199.67 a
9	166 a	22.90 bcd	126.15 cde	76.94	3	22.50 bcd	4486.33 a
10	156 ab	24.12 bc	122.48 de	65.81	5	23.75 abcd	4472.00 a
Altamira 9 *	145 ab	19.83 e	119.83 e	82.6	3	21.50 d	2537.00 b
Quirigua *	124 b	24.33 abc	144.30 abc	80.37	3	25.75 ab	4429.00 a
ANDEVA	NS	*	*			NS	NS
CV%	15.43	5.62	9.37			8.25	20.60

**Clave**

- (1): No. Panícula por metro lineal
- (2): Longitud de panícula en cm.
- (3): Escala
- (4): Rendimiento en Kilogramo por hectárea.
- \*: Testigo

### 3.2.7 Rendimiento industrial:

La calidad del arroz al igual que otras cereales, depende de la combinación de muchas características que afectan como son: características del secado del grano y su calidad para el mercado, para la molienda, para la cocción y la alimentación, todas estas características dependen de la variedad, pero también dependen del suelo, clima, enfermedades y procedimiento de recolección, secado e industrialización. El fitogenetista debe de tomar en cuenta esos factores de la calidad, (Adair, 1973) citado por Poehlman, 1973.

En la tabla 4 se presentan los análisis de rendimiento industrial realizados al material evaluado. Los mayores rendimientos los presentaron las líneas 5 y 2 con 89.70% de grano entero y 10.65% de grano quebrado y 81.49% de grano entero y 19.65% de granos quebrados respectivamente, seguido de la línea 1 con 80.65% y 19.65% de grano entero y grano quebrado respectivamente, estas tres líneas superaron a las tres variedades testigo. El resto de líneas anduvo en un rango de 62.00% y 70.65 de granos enteros y de 38.15% a 29.40% de granos quebrados, excepto la línea 7 que fue la que presentó los menores resultados con 39.20 % de granos enteros y 60.70 de granos quebrados.

En el caso de las características industriales deseables en una variedad comercial se requiere que el porcentaje de rendimiento industrial sea mayor del 68 % (Somarriba 1996), en nuestros resultados las líneas 1, 2,5 y 10 y solamente el testigo Oryzica Llano 4 se encuentran por sobre esta porcentaje (Tabla 4), el resto de líneas y los otros dos testigos no llegaron a alcanzar dicho nivel.

Es bueno resaltar que a pesar de que la línea 4 fue la que obtuvo el mayor rendimiento agronómico ( ver tabla 3) al realizar el análisis de calidad industrial ésta obtuvo 64.65 % de granos enteros por lo que si en la prueba avanzada de rendimiento (PAR) sigue presentando esta tendencia deberá descartarse.

**Tabla 6. Resultados del análisis industrial de líneas y variedades de arroz, evaluadas en la Estación Experimental Alpina, Chinandega. (Postrera 1996).**

Tratamiento	Muestra (g)	Arroz integral(g)	Arroz pulido(g)	% grano entero	% grano quebrado
1	500	385.25	352.25	80.65	19.65
2	500	328.50	300.90	81.40	19.65
3	500	347.60	306.10	65.10	35.55
4	500	327.33	291.33	64.65	34.60
5	500	356.42	321.25	89.70	10.65
6	500	338.68	296.69	62.00	38.15
7	500	325.51	281.03	39.20	60.70
Oryzica Llano 4 *	500	326.98	294.94	75.75	24.20
9	500	370.21	322.83	64.05	31.52
10	500	351.48	325.62	70.65	29.40
Altamira 9*	500	363.42	327.33	63.45	26.55
Quirigua *	500	354.45	325.15	66.75	33.25

Clave:

\* = Testigo

#### **IV. CONCLUSIONES**

El rango de floración de los materiales evaluados fue de los 76 a los 87 días, por lo tanto las variedades corresponden a un ciclo vegetativo intermedio.

Para la variable vigor las líneas evaluadas y los testigos presentaron escala 3 (material vigoroso), excepto la línea 6 que presentó escala 5 (plantas intermedias o normales).

En el caso de la altura de planta los materiales presentaron altura menor de 110 cm., considerándose plantas semienanas según escala de evaluación del CIAT.

Las líneas 1, 3, 4, 5 y 7 presentaron resistencia al acame (escala 1), igualando a los testigos.

Las líneas 2, 3 y 5 presentaron Senescencia tardía y lenta (escala 1) al igual que los testigos Oryzica Llano 4 y Altamira 9.

Para la variable Excursión de la panícula las líneas 1, 6 y 7 presentaron escala 1 y superaron a los testigos y las líneas 4, 9 y 10 se comportaron igual a los testigos obteniendo escala 3.

Las líneas 2, 3, 5, 7 y los testigos Altamira 9 y Quirigua, resultaron resistentes al desgrane (escala 3), las líneas 1, 4, 9 y 10 se catalogan como material intermedio (escala 5).

Todos los materiales evaluados presentaron una aceptabilidad fenotípica entre Buena y Regular.

En relación al Rendimiento Agronómico (granza) las líneas 1, 3, 4, 5 y 10 superaron a los testigos. Los materiales que presentaron los menores rendimientos fueron la línea 2 que presentó un rendimiento de 3,870 kg/ha y el testigo Altamira 9 con 2,537 Kg/ha.

Las líneas que presentaron mayor Rendimiento Industrial fueron la 5, 2 y 1 con 89.70, 81.40 y 80.65% de grano entero y 10.65 y 19.65% de grano quebrado, respectivamente, las cuales superaron a los testigos.

De las 9 líneas evaluadas se seleccionaron las líneas 1, 4, 5, y 10, lo que representa un 44.4 % de selección del material evaluado.

## **V RECOMENDACIONES.**

**Evaluar el material seleccionado (1, 4, 5 y 10), en diferentes localidades para observar el grado de adaptabilidad, utilizando como testigo a la variedad Quirigua y/o Oryzica Llano 4.**

**Se recomienda descartar a la variedad Altamira 9 como testigo en evaluaciones de arroz de secano en la zona de Chinandega.**

## **VI BIBLIOGRAFIA**

- ANAR.1996: Asociación Nacional de Arroz. El arrocero. Revista.. Volumen 1 número 4  
Enero 1996 . pp.24**
- Angladette, (1969). El Arroz. Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales. Editorial Blume.  
Barcelona. p.**
- Allar, R.W .1967. Principios de mejora genética de las plantas. La Habana. Edición  
revolucionaria.**
- Balladares, et al, 1997. Evaluación de doce líneas y cuatro variedades de Arroz (Orza sativa  
L) en comparación con cuatro testigos comerciales en condiciones de riego. tesis  
(Ing. Agr). Escuela de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía. Universidad  
Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua,. 34p.**
- Chandler, R.F 1984. Rice in the Tropic: A guide to, the development of National programs.  
International Agricultural Development Service. Colorado, USA. 256 p.**
- CIAT (1980). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Crecimiento y Etapas de  
Desarrollo de la Planta de Arroz, Cali Colombia. 36 p.**
- CIAT (1983) Centro Internacional de la Agricultura tropical. Sistema de Evaluación  
Standard para Arroz. Segunda edición. Cooperación. Cali Colombia.**
- De Datta, S.K. 1986. Producción de Arroz. Fundamentos y prácticas. primera edición  
Editorial Limusa.Mexico D.F México. 690 p.**
- González, F. J (1982): Arroz. Volumen 31. número 320. Bogotá, Colombia.**
- Jennings. P.R. , W Coffman y H.E Kauffman.(1979). Mejoramiento de arroz.Centro  
Internacional de Agricultura Tropical.(CIAT). Cali, Colombia. 345 p.**

- Jennings P. R. , W .Coffman y H.E Kauffman (1981). Mejoramiento de Arroz, Centro I Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia. 285 p.
- MAG. (1996). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Situación de los Productos e insumos Agropecuarios. Boletín número 18. Noviembre (1996). pag 13.
- Martínez G.A (1988). Evaluación de 125 líneas de arroz (*Oryza sativa*. L) y prueba preliminar de las líneas seleccionadas, Trabajo de Tesis. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua-Nicaragua:
- Narváez (1996): Informe anual. Resultados de Investigación del Programa Nacional de Granos Básicos,. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). Región A1. Managua, Nicaragua.
- Poelhman J.M. (1973).Mejoramiento genético de las cosechas. Mejoramiento genético del arroz. Editorial Puebla. Edición Vedado. Habana Cuba.1973. pv.
- Somarriba,R.C.(1996). Folleto de Granos Básicos: cultivo Arroz. Mimeografiado. Escuela de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua Nicaragua. 35 p..
- Tercero, C. F.I. (1990). Strategies for nitrogen application in flooded rice (*Oryza sativa*.L) in Nicaragua. Efect of single application and the of the nitrification inhibitor CMP. Uppsala,Sweden.
- Tinarelli A, (1989). El Arroz. Ediciones Mundi-Prensa Castello,37. 28001 Madrid.
- Vianna e Silva, M.(1975). Mejoramiento de arroz in: Topolanski. El arroz, su cultivo y producción. Buenos Aires. Argentina. 28-35 pag.
- Zeledón, R.P. (1993): Estudio de observación de 112 líneas de arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis (Ing. Agr). Escuela de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua Nicaragua. 35 p.